



Utvärdering av den midjemonterade harven Midiflex markberedningsresultat på fuktiga marker

*Evaluation of the disc trencher MidiFlex's soil preparation
results on moist soils*

JONAS PERSSON



Examensarbete i skogshushållning, 15 hp

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet 2020:22

SLU-Skogsmästarskolan

Box 43

739 21 SKINNSKATTEBERG

Tel: 0222-349 50

Utvärdering av den midjemonterade harven Midiflex markberedningsresultat på fuktiga marker

Evaluation of the disc trencher MidiFlex's soil preparation results on moist soils

Jonas Persson

Handledare: Back Tomas Ersson, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kursansvarig institution: Skogsmästarskolan

Kurskod: EX0938

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Markberedningsaggregatet MidiFlex midjemonterat på en skotare. Foto: Alftaprodukter, Alfta.

Elektronisk publicering: <https://stud.epsilon.slu.se>

Serietitel: Examensarbete/SLU, Skogsmästarprogrammet

Delnummer i serien: 2020:22

Nyckelord: planteringspunkt, markberedningsaggregat, markbehandling



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

Sammanfattning

Vid markberedning inför skogsplantering bör det göras en avvägning mellan att skapa tillräckligt många planteringspunkter samtidigt som marken orsakas så liten skada som möjligt. Faktorer som markfuktighet och hinder i terrängen inverkar på markberedningens kvalitet, vilket medför att dessa faktorer bör påverka valet av markberedningsmetod. Den idag dominerande metoden för maskinell markberedning är harvning. Alftaprodukter tillverkar markberedningsaggregatet MidiFlex, en midjemonterad harv som komprimerar tiltan vid körning. Den har vidareutvecklats från det tidigare MIDAS-aggregatet och marknadsförs idag som ett skonsamt markberedningsalternativ.

Syftet med denna studie var att utvärdera MidiFlex markberedningsresultat på fuktiga marker. Anledningen till detta var att midjemonterade aggregat har tidigare konstaterats skapa planteringspunkter under marknivå på fuktiga marker. Ett delsyfte var att undersöka MidiFlex markberedningsresultat på hinderrika marker.

Under våren 2020 genomfördes en fältstudie i Dalarna där MidiFlex markberedningsresultat studerades på främst fuktiga marker. Arbetsresultatet undersöktes specifikt genom att bedöma planteringspunkternas nivå i relation till den ursprungliga marknivån. Terrängfaktorer som markfuktighet, blockkvot och antalet stubbar per hektar samt markberedningsresultat bedömdes och analyserades.

På fuktig mark var 33 % av planteringspunkterna under marknivån. På frisk mark hamnade cirka 8 % under marknivån. Det var även brist på högkvalitativa planteringspunkter på fuktig mark. Andelen markpåverkan var i stort sett densamma på fuktig och frisk mark. Däremot var höjdförändringen avseende djup och höjd i genomsnitt 22 % större på fuktig än frisk mark.

Några slutsatser ur studien är att MidiFlex skapar en hög andel godkända planteringspunkter på relativt hinderfria marker. På grund av komprimering av tiltan tenderar MidiFlex-aggregatet att skapa planteringspunkter under marknivå på fuktig mark. MidiFlex markpåverkan verkar inte skilja sig nämnvärt från konventionell harv, även om synintrycket verkar bli bättre.

Nyckelord: Planteringspunkt, markberedningsaggregat, markbehandling, markpåverkan

Abstract

When it comes to soil preparation, consideration should be taken into creating a sufficient number of planting spots while at the same time causing little damage to the soil. Factors such as soil moisture and obstacles in the terrain should thereby affect the choice of soil preparation method. Alftaprodukter is the manufacturer of the MidiFlex unit, a disc trencher mounted in front of the forwarder's bogie assembly which compresses the berm. It is marketed as environmentally friendly, and it is based on the earlier MIDAS disc trencher concept.

The objective of this study was to evaluate the soil preparation results of MidiFlex on moist soils. The reason for this is that the concept has previously been noted to create planting spots below ground level on moist soils. A secondary objective was to evaluate the soil preparation results of MidiFlex on terrain with many obstacles.

During the spring of 2020, a field study was conducted in Dalarna. MidiFlex soil preparation results were observed on primarily moist soils. The results were specifically observed by evaluating the planting spots' level in relation to the original ground level. Terrain factors such as soil moisture class, boulder quota, number of stumps per hectare and the soil preparation result were registered and analyzed.

On moist soil, 33 % of the planting spots were below ground level. Approximately 8 % were below ground level on mesic soil. There was a lack of high-quality planting spots on moist soil. The percentage of disturbed soil was basically the same on moist and mesic soil. The change in topography, regarding the depth of the trenches and the height of the berms, were on average 22 % higher on moist soil than on mesic soil.

A few conclusions from the study is that MidiFlex creates many acceptable planting spots on terrain with relatively few obstacles. The unit tends to create planting spots below ground level when compressing the berm on moist soil. MidiFlex percentage of disturbed soil did not differ notably from conventional disc trenchers, even though the visual impression suggests that MidiFlex disturbs the soil less.

Key words: Microsite, disc trenching unit, site preparation, soil disturbance

Förord

Jag skulle vilja börja med att tacka min handledare Back Tomas Ersson vid Skogsmästarskolan. Back Tomas har med sitt stora engagemang, tålamod och gedigna kunskap gett konstruktiv feedback och förbättringsförslag under arbetets gång.

Ett stort tack skall även riktas till Anders Petersson på Weda Skog för all hjälp med att samordna och ta fram trakter till arbetet. Utan din hjälp hade arbetet varit betydligt svårare att genomföra.

Sist men inte minst vill jag tacka mina kurskamrater som har varit ett bra bollplank genom hela processen.

Järvsö, 2020

Jonas Persson

Innehåll

1. INTRODUKTION	1
1.1 MARKBEREDNING OCH DESS EFFEKTER	1
1.2 MARKBEREDNINGSMETODER	1
1.3 DONAREN 380 MIDAS.....	3
1.4 MIDIFLEX.....	3
1.5 PROBLEMBAKGRUND	4
1.6 SYFTE.....	4
2. MATERIAL OCH METODER	5
2.1 STUDIENS UPPLÄGG	5
2.2 UPPFÖLJDA TRAKTER	5
2.3 UTLÄGG AV PARCELLER.....	8
2.3.1 GYL OCH MBT.....	8
2.3.2 INVENTERING AV PROVSTRÄCKOR OCH PLANTERINGSPUNKTER.....	10
3. RESULTAT.....	13
3.1 MARKPÅVERKAN	13
3.2 MARKBEREDNINGRESULTAT	13
3.2.1 FUKTIGA MARKER	14
3.2.2. HINDERRIKA MARKER	15
4. DISKUSSION	16
4.1 HUVUDSAKLIGA RESULTAT.....	16
4.2 JÄMFÖRELSE MED TIDIGARE STUDIER OCH TOLKNING AV DATA	16
4.3 STUDIENS STYRKOR OCH SVAGHETER.....	18
4.4 FÖRSLAG TILL FRAMTIDA STUDIER OCH TEKNISK UTVECKLING.....	19
4.5 SLUTSATSER.....	19
REFERENSER.....	21
BILAGOR	25
BILAGA 1.....	25
BILAGA 2.....	26
BILAGA 3.....	27

1. Introduktion

Vid markberedning bearbetas marken för att skapa planteringspunkter med syfte att erbjuda plantor och frön en god växtplats (Skogsencyklopedin 2000; Löf *et al.* 2012). Enligt Adelsköld och Örlander (1989) är en önskvärd planteringspunkt på typisk svensk skogsmark (friska och fuktiga marker) en omvänd torva med mineraljordstäckte.

1.1 Markberedning och dess effekter

Markberedning är en skötselåtgärd som vid korrekt utförande konsekvent erbjuder säkrare beståndsetablering (Strömberg *et al.* 2001). Tillväxteffekterna som uppstår efter förnygring förhöjs och utbudet av produktionsfaktorer ökar, samtidigt som risker för skador och vegetationskonkurrens minskar (Örlander & Gemmel 1989; Magnusson 2015). Där bland kan ses effekter som blottlagd mineraljord och en mer uppluckrad jord (Lundmark 1988), höjd marktemperatur (Örlander *et al.* 1991), rörligare markvatten och mer lättabsorberade näringsämnen samt färre angrepp av snytbagge (Lundmark 1988; Nordlander 2008).

Trots markberedningens tydligt positiva effekter har den även konstaterats utgöra skada i ett antal hänseenden (Krekula *et al.* 2018). Dels är dess markpåverkan sällan uppskattad hos allmänheten (Hannerz *et al.* 2016) och det innebär även risker och skador beträffande kultur- och fornlämningar, miljö- och vattenfrågor samt för landets renskötsel (Ulfheim 2014; Lundström *et al.* 2017; Eriksson & Moen 2008). Samhället vill även se en minskad markpåverkan vid markberedning (Krekula *et al.* 2018).

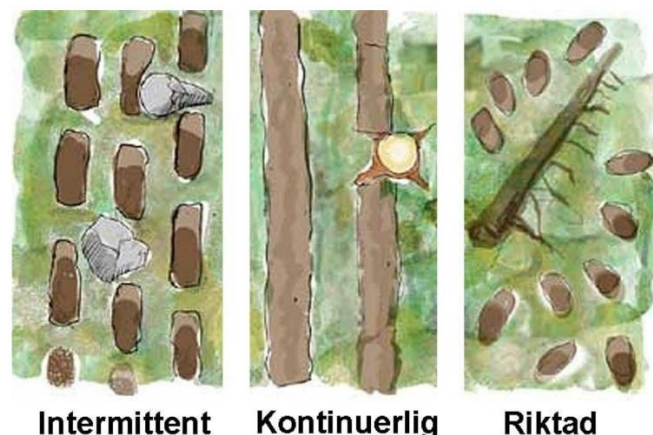
1.2 Markberedningsmetoder

De idag dominerande metoderna för maskinell markberedning är harvning med buren harv samt högläggning. Högläggning kan utföras med antingen buret högläggningsaggregat eller med en grävmaskin, där slutresultatet blir en så kallad riktad högläggning (Löf *et al.*, 2015). Ofta utförs markberedningen genom att ett kontinuerligt eller intermittent arbetande aggregat dras efter en basmaskin, vilket vanligtvis utgörs av en skotare (Frölén 2019). Vid harvning skapas kontinuerliga spår medan högläggning skapar antingen intermittenta eller riktade spår (Figur 1). Graden av markpåverkan skiljer sig mellan de olika metoderna. Vanligtvis blir den märkbart mindre omfattande med riktad markberedning än vid högläggning och harvning (Lundmark 1988). Harvning är den metod som är allra vanligast. Den stod under 2000-talets första decennium för drygt 50 % av den markerade arealen (Eriksson 2014).

Markens egenskaper är en av de viktigaste faktorerna som borde vara avgörande i valet om vilken markberedningsmetod som ska användas (Lundmark 2006). Dessutom bör en avvägning göras mellan möjligheten att skapa, för ståndorten, den bästa planteringspunkten och samtidigt orsaka så liten markpåverkan som möjligt (Skogsstyrelsen 2016). Svårigheten i detta ligger i att tillgången på olika typer av markberedare är begränsad (*ibid*).

Inverkande faktorer på trakten att ta hänsyn till vid val av markberedningsmetod kan vara markfuktighet, terrängens lutning, markens bearbetningsmotstånd, bördighet och hinder i terrängen (Lundmark 2006). Detta, eftersom nämnda förutsättningar har en direkt påverkan på markberedningsresultatet (Örlander & Gemmel 1989). Terrängens ytstruktur och lutning påverkar maskinens framkomlighet (Bäcke *et al.* 1986). Vid svåra förhållanden leder det till ökat medelavstånd mellan markberedningsraderna vilket i sin tur resulterar i ett minskat antal planteringspunkter (Sutherland & Foreman 1995). Förekomst av block, sten och stubbar försvårar aggregatets framgång i terrängen och gör att det emellanåt kan slå i dessa i försök att skapa planteringspunkter. Det leder till en oregelbundenhet i antalet (Bäcke *et al.* 1986).

Harvning är en mångsidig metod och kan utföras på de flesta ståndorter (Lundmark 2006). Förutom den konstaterade markpåverkan som harvning orsakar finns ytterligare faktorer som negativt påverkar harvens arbetsresultat. Mängden hyggesavfall har visat sig ha betydelse för hur stort antal planteringspunkter som skapas, då grenar fastnar och dras med i harvtallrikarna (Örlander & Gemmel 1989). Dessutom har det visat sig att planteringspunkter ofta hamnar under markytan och därmed utsätts plantan för ökad risk för frostsador och syrebrist (Berg *et al.* 1981).



Figur 1. De tre vanligaste principerna för markberedning. Intermittent (till vänster) är resultatet efter exv. högläggning med buret högläggningsaggregat. Kontinuerlig (i mitten) är resultatet efter exv. harvning. Riktad (till höger) är resultatet efter exv. högläggning med grävmaskin. Illustration från Skogskunskap.se (sökord: markberedning). Illustratör: Anna Marconi.

1.3 Donaren 380 MIDAS

Till följd av planteringsmaskinen Silva Nova utvecklades i slutet av 1980-talet en markberedare som kunde lägga upp en mineraljordshög på omvänd torva och samtidigt trycka till högen (von Hofsten 1989). Detta arbetssätt skulle möjliggöra omedelbar plantering. Det nya aggregatet utgick från skogsharven Donaren 280, och midjemonterades på en förlängd ÖSA 260. Aggregatet gavs namnet MIDAS (MIDJeApplicerad Skogsharv) och monterades framför boggihjulen inåt, snett framför och utanför boggin. Vid körning vändes tiltan in under hjulen och trycktes till, varvid man åstadkom en planteringsbädd direkt klar för plantering. MIDAS arbetsresultat visade sig vara bra (*ibid*).

I en annan studie av von Hofsten (1993) undersöktes MIDAS förmåga att markbereda i grönnis. Resultatet i studien antydde att man vid måttliga mängder grönnis och vid måttlig blockkvot kunde uppnå ett bra markberedningsresultat. Detta gällde särskilt om man kunde acceptera en mindre andel planteringspunkter i hög.

MIDAS har använts i olika utföranden i Silva Nova studier och dess arbetsresultat har studerats noga (Hallonborg *et al.* 1995). Bland annat gjordes en studie 1992 där man jämförde maskinell plantering med Silva Nova 90M (Silva Nova planteringsmaskin med MIDAS-markberedningsaggregat) och manuell plantering efter markberedning med Donaren 380 MIDAS (Hansson & Persson 1992). Syftet där var dock inte att utvärdera markberedningsresultaten utan att observera eventuella skillnader i plantsättningsresultat mellan de två planteringsmetoderna.

1.4 MidiFlex

MidiFlex tillverkas av Alftaprodukter och har funnits på marknaden sedan 2009 (Alftaprodukter 2020). Aggregatet är en vidareutveckling av Donaren 280 MIDAS och midjemonteras på mellanstora skotare (Figur 2). MidiFlex marknadsförs som en skonsam och miljövänlig harv och som lämnar en jämnare terräng jämfört med vanliga skogsharvar. Arbetsprincipen är densamma som dess föregångare, men dagens teknik har lett till en mer avancerad hydraulik och ett bättre styrsystem än vad som användes med MIDAS. Under körning finns möjlighet för föraren att välja och justera lämplig arbetsbredd, tallriksvinkel och marktryck utifrån för tillfället rådande markförutsättningar. Vidare finns justeringsmöjligheter för tallrikarnas rotation, som följer markberedarens framryckningshastighet. Det som främst gör att MidiFlex är en skonsam markberedare är att marktrycket kan ställas in och att tiltan körs över, därav påverkas inte marken lika mycket i höjddled som vanliga skogsharvar gör (*ibid*).

MidiFlex har studerats i en tidigare studie (Wallertz *et al.* 2018). I den studien visade sig aggregatet producera sämre markberedningsresultat på steniga marker (med blockkvoter på 20 – 85 %) jämfört med en vanlig tvåradig harv. MidiFlex skapade då den högsta andelen planteringspunkter med störd humus och den

lägsta andelen planteringspunkter med ren mineraljord eller blandning av humus och mineraljord.



Figur 2. Markberedningsaggregatet MidiFlex midjemonterat på en skotare. (Foto: Alftaprodukter).

1.5 Problembakgrund

Vid markberedning bör det göras en avvägning mellan att skapa tillräckligt många bra planteringspunkter samtidigt som marken ska orsakas så liten skada som möjligt (Skogsstyrelsen 2016). Valet av markberedningsmetod bör därför falla på den metod som är bäst anpassad för ståndorten (Lundmark 2006). Svårigheten i det ligger i att tillgången på olika typer av markberedare är begränsad (Skogsstyrelsen 2016). MidiFlex marknadsförs och framstår som ett skonsamt markberedningsalternativ (Alftaprodukter 2020), men i sin studie på 1980-talet konstaterade von Hofsten (1989) att planteringspunkter ibland hamnade under marknivå efter tilltryckning (vilket ofta inte är bra då plantor inte ska planteras under marknivån på friska och fuktiga marker; Adelsköld & Örlander 1989). Orsaken till dessa låga planteringspunkter var troligen en något uppluckrad jord i kombination med hög markfuktighet och att boggin kör över planteringspunkterna. Midjemonterade harvars (idag MidiFlex) arbetsresultat på fuktigare marker bör därför utvärderas (von Hofsten 1989).

1.6 Syfte

Studiens syfte var att utvärdera MidiFlex markberedningsresultat på fuktiga marker. Arbetsresultatet på fuktiga marker undersöktes specifikt genom att bedöma planteringspunkternas nivå i relation till den ursprungliga marknivån. Ett delsyfte var även att undersöka MidiFlex markberedningsresultat på hinderrika (stubbiga och steniga) marker.

2. Material och metoder

2.1 Studiens upplägg

Inledningsvis gjordes en litteraturstudie. I den behandlades markberedning i allmänhet, markberedningseffekter och metoder samt metodval. Detta gjordes för att få en helhetsbild om ämnesområdet och specifikt om harvning och MidiFlex. För insamling av data genomfördes sedan uppföljningar på markberedningar där harvning med MidiFlex utförts. Vidare presenterades det inventerade resultatet i diagram gjorda i Microsoft Excel. Tillsammans med litteraturstudien fördes en diskussion och analys kring resultatet utifrån insamlade data.

2.2 Uppföljda trakter

Datainsamlingen gjordes under maj månad 2020. Uppföljningen genomfördes på elva trakter (Tabell 1), med sex parceller per trakt (totalt 66 parceller), i Dalarnas län (Figur 3). Genom kontakt med entreprenör och virkesköpare tillhandahölls trakter från Mellanskog, Siljan Skog och Weda Skog. Till grund för insamlingen av trakter delgavs en instruktion via epost och telefon innehållandes examensarbetets förutsättningar. Kriterierna utformades likt följande:

- Samtliga trakter skulle vara markberedda med MidiFlex från och med augusti 2019 till mars 2020
- Främst skulle trakter med fuktiga markförhållanden prioriteras
- Vid avsaknad av ovannämnda skulle trakter med inslag av fuktiga områden prioriteras
- Vid avsaknad av ovannämnda skulle trakter där det kan tros finnas inslag av fuktiga områden prioriteras
- Även eftersträva trakter med hinder i form av exempelvis stubbar och block

Insamlingen resulterade i totalt 36 traktdirektiv. Dessa analyserades, och sedan gjordes ett urval av trakter där fuktiga och icke fuktiga områden identifierades med hänsyn till de kriterier som instruktionen innehöll (Figur 4). Valet av trakter baserades på traktdirektivens kartmaterial och den information som framgick. I kartmaterialet gick att se faktorer, antingen på eller i angränsning till trakterna, som normalt sett tyder på fuktiga markförhållanden. Nämnda faktorer var exempelvis sumpskog, myrområden, surdråg, bäckar och sjöar. Vidare kunde ses ritade avgränsningar på kartorna med förklarande kommentarer, vilka exempelvis kunde fastslå att det var särskilt blött eller att körning skulle undvikas inom ett visst område. På ett fåtal av trakterna fanns markvattenkartor som ytterligare kompletterande information.

Tabell 1. De uppföljda trakterna (nummer 1 – 11) i Dalarnas län samt information om deras traktnamn, areal, ståndortsindex (SI), höjd över havet (HöH), markfuktighet, GYL och MBT. GYL står för Grundförhållanden, Ytstruktur och Lutning. MBT står för Markytans bearbetningsmotstånd, Blockkvot och Trädrester och stubbar.

Nr.	Traktnamn	Areal (ha)	SI	HöH (m)	Markfuktighet	GYL	MBT
1.	Hålbodarna	4,4	G24	310	Fuktig	411	312
2.	Långängsvägen	6,8	T24	308	Frisk	322	231
3.	Hästskovägen	3	G26	200	Fuktig	422	321
4.	Omarr Floda	1,2	G24	193	Frisk/fuktig	421	331
5.	Järpeder	6,5	G24	325	Frisk/fuktig	421	321
6.	Eljans	5,4	G22	308	Fuktig	421	431
7.	Flenarna	3,8	T24	206	Frisk	321	231
8.	Gassarvet	3,4	G26	195	Frisk	322	321
9.	Leksboda	1,9	G26	212	Frisk	121	322
10.	Israelssjön	1	G24	170	Fuktig	421	301
11.	Risås	4,9	G24	330	Frisk/fuktig	321	331



Figur 3. Trakternas (nummer 1 – 11) geografiska läge inom Dalarnas län, Leksands, Gagnefs och Rättviks kommuner. (Skapad och redigerad karta i Lantmäteriets tjänst "Kartsök och ortnamn").



Figur 4. Exempelbilder från två av trakterna. Till vänster ses bild från Israelssjön (trakt 10), där det rådde fuktiga markförhållanden. Till höger ses bild från Långängsvägen (trakt 2), en trakt med övervägande friska markförhållanden. (Foto: Jonas Persson).

2.3 Utlägg av parceller

Primärt gjordes, med härledning av traktdirektiven, en okulär bedömning på varje trakt för att fastslå områden som kunde utgöra lämpliga parceller.

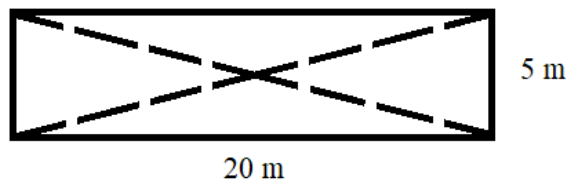
Markfuktigheten bedömdes enligt ”Fältinstruktion 2020 RIS- Riksinventeringen av skog” (Fridman & Stendahl 2020). Grundvattenytans nivå uppskattades med ledning av topografi, eventuell förekomst av grundvatten i svackor, diken, våtmarker och vattendrag samt skattning av djupet ned till grundvattenytans genomsnittliga nivå. Efter det valdes de för uppföljningen mest relevanta områdena (fuktiga marker). Parcellerna uppgick till 20 meter långa och 5 meter breda (vilket motsvarade bredden på ett körslag).

2.3.1 GYL och MBT

Terrängfaktorer som ansågs relevanta för såväl studiens som markberedningens resultat klassades inom varje parcell. Klassningen gjordes utifrån beskrivningar i ”Terrängtypschema för skogsarbete” (Berg 1982). Markens grundförhållande (hur väl marken tål maskinens belastning) klassades utifrån jordart och markfuktighet. Skalan utgår från 1 – 5, där 1 i regel gör det möjligt att köra på trakten året om, medan 5 innebär att maskiner bara bör köra på trakten vid frusen mark. Ytstrukturen är ett mått på mängden hinder i form av till exempel sten och block indelat i höjdklasser. Ytstrukturen bedömdes okulärt, men om det förekom svårigheter i uppskattningen gjordes kontrollmätning. Lutningen mättes i procent med hjälp av en elektronisk höjdmätare från Haglöf (modell EC II-D) och

indelades därefter i en klass. Klass 1 är plan mark med en lutning av 0 – 10 %. Klass 5 innebär en lutning av mer än 50 %. Lutningskoden avser den dominerande klassen för parcellen (*ibid*).

En uppskattning av markens bearbetningsmotstånd gjordes med ledning av terrängtypschemat (Berg 1982) genom att fastslå parcellens fält- och bottenvegetation, humustjocklek samt jordart. För att fastställa blockkvotklassen beaktades antalet hinder och dess höjd vid mätning och bedömning, där 0 % nedstick mot hinder motsvarar klass 1 och över 61 % nedstick motsvarar klass 5. För att ta reda på blockkvoten korsades parcellen diagonalt två gånger där nedstick med jordsond gjordes varannan meter (totalt 20 nedstick per parcell, Figur 5). Därefter noterades varje nedstick om ett block eller sten hindrade nedstick djupare än 20 centimeter. För att erhålla parcellens blockkvot dividerades antal nedstick med sten- eller blockträff med det totala antalet nedstick.



Figur 5. Illustration över hur parcellen korsades diagonalt två gånger vid mätandet av parcellens blockkvot. För att erhålla blockkvoten gjordes nedstick med jordsond varannan meter längs de streckade linjerna.

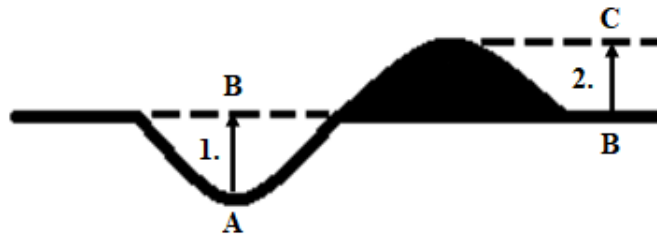
Sedan gjordes en okulär bedömning av grad av trädrester (markens täckningsgrad av grot och stubbar). Parcellerna klassificerades enligt täckningsgrad 1 – 5 (Berg 1982).

Slutligen bedömdes markpåverkan, vilken avser påverkad markareal och topografi. Denna bedömdes enligt instruktion från Johannesson (2019; Bilaga 1). Ett område, där graden av markpåverkan ansågs representera trakten i helhet, valdes subjektivt ut. Om traktens markförhållanden var varierande utfördes ytterligare en mätning för att få en rättvisande bild (gjordes på 6 trakter vilket resulterade i 17 mätningar totalt). Inledningsvis bedömdes markpåverkan i varje körstråk, vilken mättes 20 meter vinkelrätt mot körstråken. Sträckan längs måttbandet där marktäcket var påverkat (mineraljord + uppfläkt humus) mättes och summerades. Utifrån dessa körstråk valdes det mest representativa ut och sedan mättes 20 meter längs körstråket. Den totala påverkade sträckan mättes och summerades på samma sätt som för bredden. Enligt beräkning nedan erhöles markpåverkan procentuellt:

$$\text{Summa bredd (m)} \times \text{summa längd (m)} / 4 = \text{markpåverkan (\%)}$$

Längs harvspåret mättes även påverkad topografi. Detta avsåg förändring i djup och höjd i decimeter utifrån ursprunglig marknivå och gjordes på totalt fem punkter per mätning enligt intervallet 2, 6, 10, 14 och 18 meter. Där markpåverkan mättes ytterligare en gång mättes även påverkad topografi en gång till, vilket resulterade i 17 mätningar (5 punkter x 17 mätningar = 85 punkter totalt

sett i studien). Djup mättes med utgångspunkt från harvspårets botten upp till ursprunglig marknivå, höjd mättes med utgångspunkt från ursprunglig marknivå upp till toppen av påverkad topografi (Figur 6). Mätningarna gjordes med måttstock. Slutligen noterades maximum-, medel- och minimumvärdena beträffande djup och höjd.



Figur 6. Illustration av hur djup och höjd mättes i uppföljningen. Påverkat djup (1.) mättes i decimeter från harvspårets botten (A) upp till ursprunglig marknivå (B). Påverkad höjd (2.) mättes i decimeter från ursprunglig marknivå (B) upp till toppen av påverkad topografi (C). Dessa mätningar gjordes vid totalt 5 punkter på det eller de mest representativa 20 meter långa harvspåren på trakten (11 trakter totalt i studien).

2.3.2 Inventering av provsträckor och planteringspunkter

Harvspåren inom parcellerna mättes upp med måttband och inventeringen påbörjades genom att följa dessa för att lokalisera och karaktärisera planteringspunkter i den omvända torvan eller i harvspåret. Detta gjordes enligt SCAs planteringsstandard (2019) med ett inbördes avstånd av minst 1,0 meter (Tabell 2). Som ett komplement undersöktes även Stora Ensos planteringsstandard (2015), med krav på minst 1,5 meter inbördes plantavstånd, för att se vilken av dessa två som erbjöd bäst planteringspunktsalternativ. SCAs planteringsstandard användes främst i undersökningen på grund av att dess bedömningskriterier har större vetenskapligt belägg (se Diskussion, avsnitt 4.2). Stora Ensos planteringsstandard undersöktes för att den är flitigt använd inom studiens område (Dalarnas län).

Tabell 2. SCAs planteringsinstruktion och kriterier för olika typer av planteringspunkter för olika marktyper (från SCA 2019).

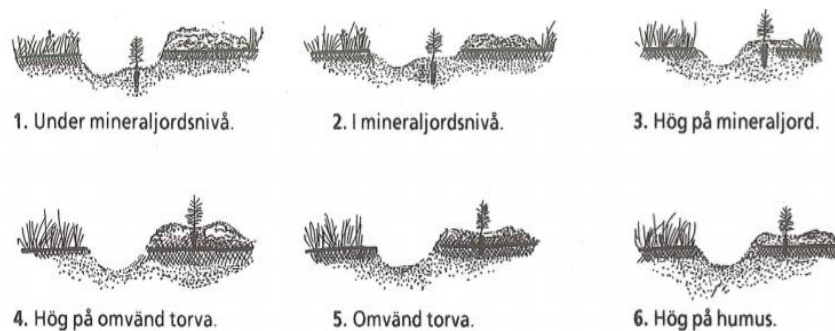
Planteringspunkt	Definition	Marktyp
5: a	Omvänd torva med mineraljordstäckning. Centrerad planta ska omges av minst 10 cm mineraljord.	Frisk & fuktig
4: a	Omvänd torva som bara delvis är täckt av mineraljord. Plantan ska centreras i befintlig mineraljord.	Frisk & fuktig
3: a	Fläck eller harvspår som domineras av mineraljord med planteringspunkt på en hög punkt, minst 10 cm ifrån kanten på markberedningen.	Torr & frisk
	Omvänd torva utan mineraljord.	Fuktig
	Fläck eller harvspår som domineras av humus minst 10 cm ifrån kanten på markberedningen.	Humustäcke >15 cm eller torvmark

Tio planteringspunkter per parcell inventerades. Med härledning av SCAs planteringsinstruktion (2019) formulerades bedömningsklasser beträffande underkända planteringspunkter (Tabell 3).

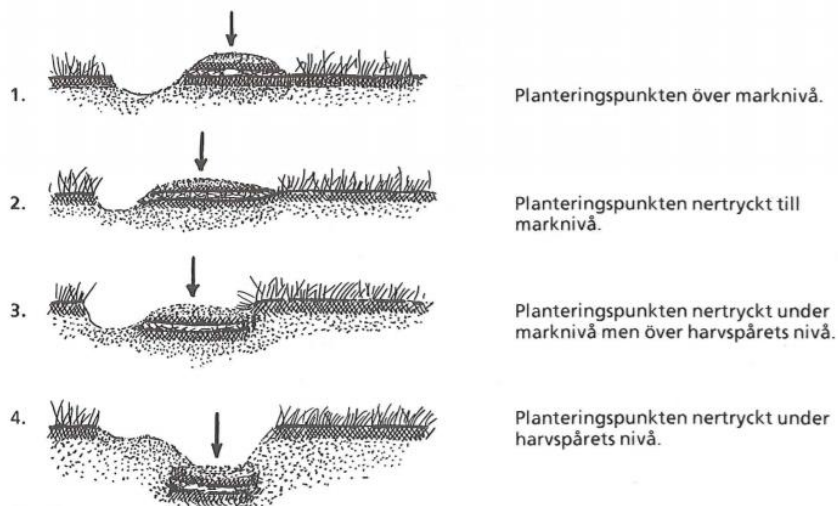
Tabell 3. Framtagna koder och beskrivningar huruvida en planteringspunkt är underkänd.

Underkända planteringspunkter:
A. SVACKA: Gropar och svackor (risk för drunkning)
B. LUFT: Plantering i omvänd torva eller tilta med luft under
C. EJ MB: Ej markberett på grund av hinder

Vid bedömning av planteringspunkternas kvalitet karaktäriserades de även utifrån von Hofstens (1989) studie angående läge och nivå. Planteringspunktens läge bedömdes enligt 1 – 6, där 1 är under mineraljordsnivå medan 6 är en hög på humus (Figur 7). Planteringspunktens nivå utgår från 1 – 4, där 1 är en planteringspunkt över marknivå medan 4 ger en planteringspunkt nedtryckt under harvspårets nivå (Figur 8). Detta mättes med måttstock.



Figur 7. Underlag för studiens bedömning av planteringspunktens läge. Figuren presenterar beskrivning för läge 1 – 6 och går att se efter respektive siffra. (Från von Hofsten 1989 s.3)
Samtliga mätningar, bedömningar och beräkningar protokollfördes i upprättade fältblanketter (Bilaga 2 & 3) gjorda i Microsoft Excel. Dessa laddades ned på en surfplatta som användes i fält under datainsamlingen.



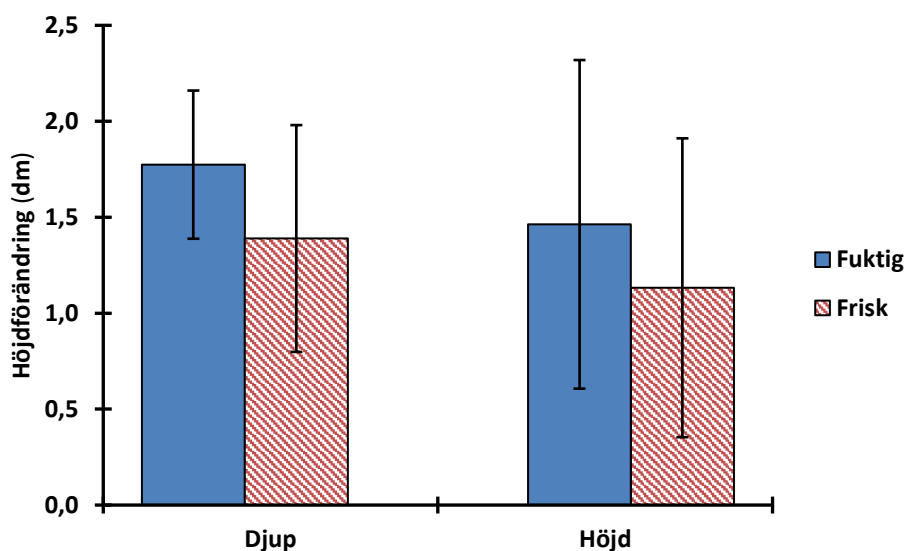
Figur 8. Underlag för studiens bedömning av planteringspunktens nivå. Figuren presenterar beskrivning för nivå 1 – 4 och går att se efter respektive siffra. (Från von Hofsten 1989 s.3).

3. Resultat

3.1 Markpåverkan

Andel markpåverkan på fuktig och frisk mark var snarlik. Medelvärdena var 53 % (standardavvikelse 6,7 %) för fuktig mark respektive 52 % (standardavvikelse 5,2 %) för frisk mark.

Däremot var höjdförändring i djup och höjd större på fuktig än frisk mark (i genomsnitt 22 % större; Figur 9). På fuktig mark uppmättes maximum 2,6 decimeter djupa svackor, medan maxdjupet på frisk mark var 2,5 decimeter.



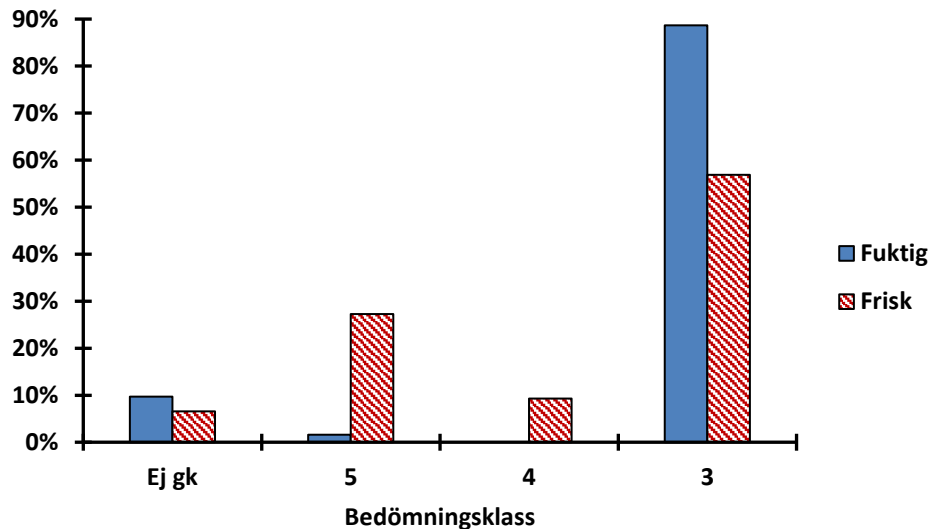
Figur 9. Höjdförändring i decimeter beträffande djup och höjd för fuktig respektive frisk mark. Staplarna representerar medelvärdet och de vertikala strecken visar standardavvikelse.

3.2 Markberedningsresultat

Det totala antalet inventerade planteringspunkter uppgick till 660, varav 370 (56%) var på fuktig mark och 290 (44%) på frisk. Av dessa 660 planteringspunkter var 21,8 % (144) under markytan. Av de 144 planteringspunkter under markytan var 122 på fuktig mark, medan 22 var på frisk mark.

De totalt 660 planteringspunkternas fördelning inom bedömningsklasserna visar att MidiFlex markberedning på fuktig mark gav en lägre andel planteringspunkter som bedömdes som mycket bra (klass 5) jämfört med på frisk mark (Figur 10). Vidare var andelen underkända planteringspunkter högre för fuktig mark än för frisk. Andelen 5:or var för fuktig mark 2 %, medan frisk mark gav 27 %. På fuktig mark bedömdes 10 % av planteringspunkterna som underkända, motsvarande andel för frisk mark var 7 %. För fuktig mark var de vanligaste anledningarna till underkännande Ej markberett på grund av hinder (53 %) följt av Gropar och

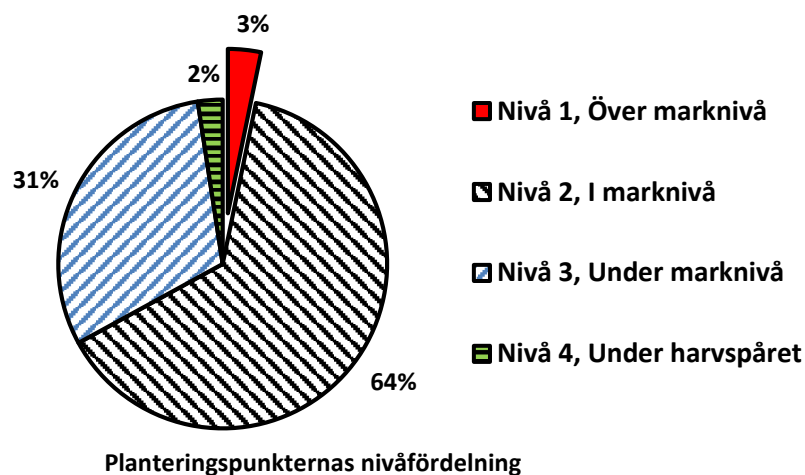
svackor (36 %) . Beträffande frisk mark var den vanligaste anledningen Ej markberett på grund av hinder (89 %). Den i särklass vanligast förekommande bedömningsklassen på fuktig mark var 3:or.



Figur 10. Den procentuella fördelningen mellan bedömningsklasser av samtliga inventerade 660 planteringspunkter, uppdelat på fuktig och frisk mark. Ej gk = Ej godkänd planteringspunkt; 5 = Optimal planteringspunkt; 4 = Bra planteringspunkt; 3 = Godkänd planteringspunkt.

3.2.1 Fuktiga marker

Av de totalt 370 planteringspunkterna på fuktig mark var 33 % (122) under markytan (nivå 3 och 4 sammanräknat; Figur 11). Planteringspunkternas nivåfördelning visar att majoriteten av planteringspunkterna var i marknivå (nivå 2), vilka uppgick till 64 %. Gällande planteringspunkter nedtryckta under marknivå men över harvspårets nivå (nivå 3), uppgick dessa till 31 %. I 2 % av fallen var planteringspunkten nedtryckt under harvspårets nivå (nivå 4). I motsats till detta kunde ses att 3 % av planteringspunkterna var över marknivå (nivå 1).



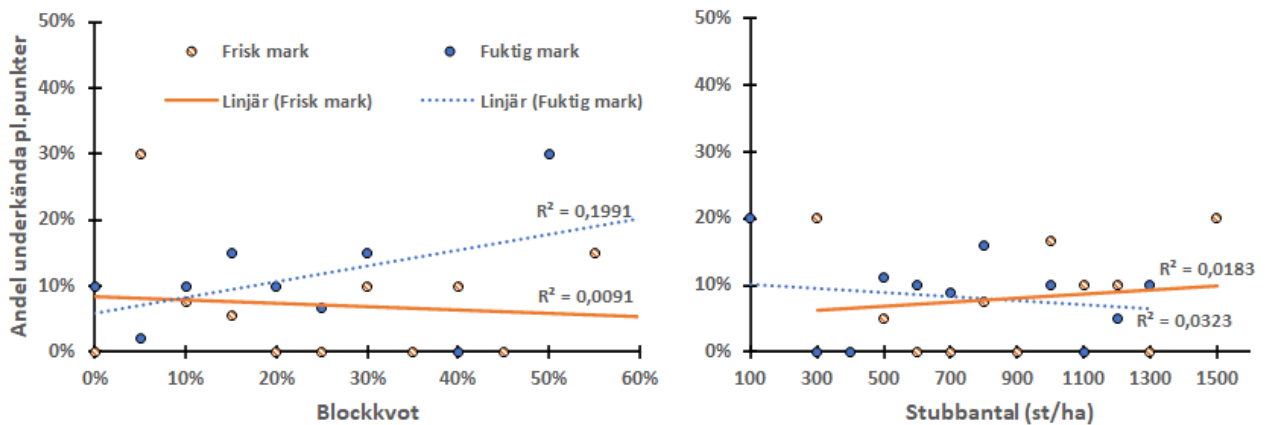
Figur 11. Planteringspunkternas procentuella fördelning på fuktig mark gällande nivå mellan bedömningsklasserna. Nivå 1 = Planteringspunkt över marknivå; Nivå 2 = Planteringspunkt

nedtryckt till marknivå; Nivå 3 = Planteringspunkten nedtryckt under marknivå men över harvspårets nivå; Nivå 4 = Planteringspunkten nedtryckt under harvspårets nivå.

3.2.2. Hinderrika marker

Det fanns inte någon tydlig korrelation mellan andelen underkända planteringspunkter och blockkvot (Figur 12, vänster). Den högsta andelen underkända planteringspunkter på fuktig mark var vid 50 % blockkvot, där 30 % var underkända. För frisk mark var den högsta andelen underkända planteringspunkter vid 5 % blockkvot, där 30 % var underkända.

Vidare fanns heller ingen korrelation mellan andelen underkända planteringspunkter och antalet stubbar per hektar (Figur 12, höger). För fuktig mark nåddes den högsta andelen underkända planteringspunkter ologiskt nog vid 100 stubbar per hektar (20 %). Beträffande frisk mark uppgick den högsta andelen underkända planteringspunkter vid 300 och 1500 stubbar per hektar, där 20 % var underkända i båda fallen.



Figur 12. Korrelationen mellan andelen underkända planteringspunkter och blockkvot (vänster) och antalet stubbar per hektar (höger) för fuktig och frisk mark.

4. Diskussion

4.1 Huvudsakliga resultat

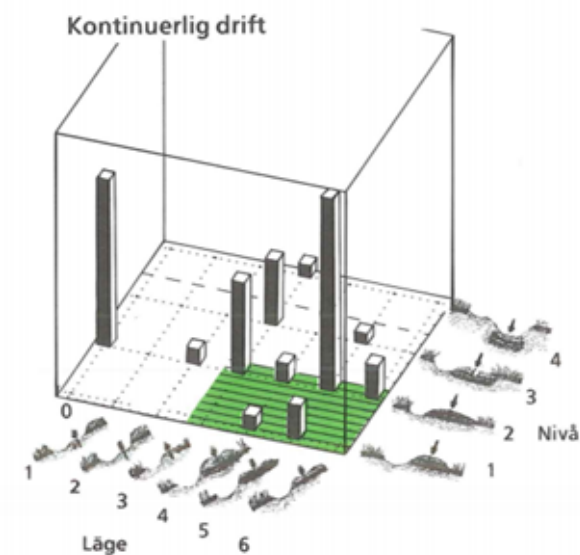
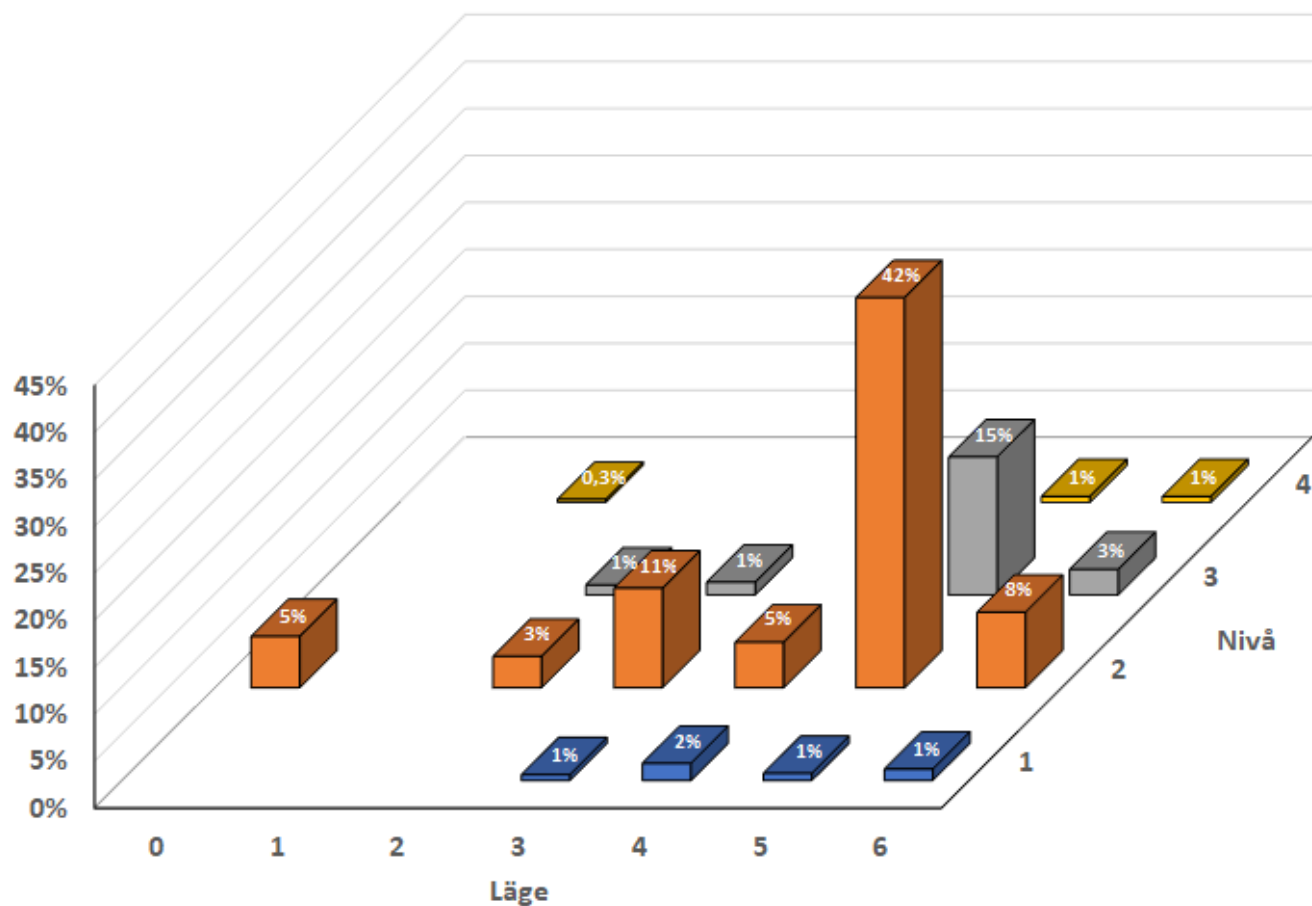
Av de totalt 660 planteringspunkterna i studien var 21,8 % av planteringspunkterna under markytan. På fuktig mark hamnade en stor del (33%) av planteringspunkterna under marknivå. På frisk mark var det bättre, där hamnade cirka 8 % under marknivå. Vidare var det brist på högkvalitativa planteringspunkter på fuktig mark (2 % optimala planteringspunkter på fuktig mark jämfört med 27 % optimala planteringspunkter på frisk mark). Andelen markpåverkan var i stort sett densamma på fuktig och frisk mark. Däremot var höjdförändringen avseende djup och höjd i genomsnitt 22 % större på fuktig än frisk mark.

4.2 Jämförelse med tidigare studier och tolkning av data

Vid en jämförelse mellan SCAs (2019), Stora Ensos (2015) och Adelsköld & Örlanders (1989) planteringsstandarder, går det att konstatera att studiens resultat hade sett annorlunda ut om bedömning avseende planteringspunktens kvalitet hade gjorts enligt Adelsköld & Örlander (1989). Även om det i SCAs och Stora Ensos standarder rekommenderas, finns inte kravet som i Adelsköld & Örlander att plantan ska sättas över marknivå på fuktig mark för att plantan ska klassas som godkänd. I denna studie skulle bedömning enligt Adelsköld & Örlander (1989) ge en betydligt större andel underkända planteringspunkter på fuktig mark.

Vidare utförde Örlander *et al.* (1991) en omfattande studie där skillnader i tillväxt efter plantering i olika planteringspunkter undersöktes. Många planter i låga planteringspunkter skadades på grund av syrebrist. Plantöverlevnaden var i allmänhet lägst längst nere i groparna, medan den var högst för planter satta i högar samt i kanten av högarna. Enligt Lundmark (2006) ska fuktig mark markberedas antingen med högläggning eller riktad markberedning. För MidiFlex innebär det kanske att komprimeringen gör att etableringsmiljön för planter på fuktiga marker inte är optimal. Önskvärt vore på dessa marker istället att tillämpa högläggning eller åtminstone att harvtilltan inte körs över av boggin.

I studien hamnade den största delen av planteringspunkterna i marknivå. Att MidiFlex tenderar att skapa dessa planteringspunkter bekräftas även i en tidigare studie (Wallertz *et al.* 2018), där cirka 45 % av planteringspunkterna som MidiFlex skapade bedömdes vara i marknivå. Det finns paralleller att dra mellan den nu genomförda studien (Figur 13; vänster) och von Hofstens (1989) studie i slutet av 1980-talet (Figur 13; höger) gällande läge och nivå. Utifrån dessa studier tycks man kunna se ett mönster att planteringspunkter i marknivå är vanligt förekommande, då en hög andel uppnås i båda studierna. Två tydliga skillnader är att planteringspunkter under marknivå (nivå 3 och 4) och ej markberedda planteringspunkter (läge 0) skiljer sig. Att andelen planteringspunkter under marknivå skiljer sig mellan studierna skulle möjligtvis kunna förklaras av en större population planteringspunkter som undersökts på fuktig mark i föreliggande studie än i von Hofstens (1989) studie, och därav är genomslaget större.



Figur 13. Samtliga av planteringspunkternas karaktär beträffande läge och nivå i föreliggande studie (vänster) och von Hofsten (1989; höger). Läge 0 = Ej markberett; Läge 1 = Under mineraljordsnivå; Läge 2 = I mineraljordsnivå; Läge 3 = Hög på mineraljord; Läge 4 = Hög på omvänd torva; Läge 5 = Omvänd torva; Läge 6 = Hög på humus. Nivå 1 = Planteringspunkt över marknivå; Nivå 2 = Planteringspunkten nedtryckt till marknivå; Nivå 3 = Planteringspunkten nedtryckt under marknivå men över harvspårets nivå; Nivå 4 = Planteringspunkt nedtryckt under harvspårets nivå.

MidiFlexaggregatet lyckades bra med att skapa en hög andel markberedda planteringspunkter. På trakterna rådde det låg blockkvot och det fanns få hinder, vilket förmodligen gjorde att få faktorer motverkade aggregatets framgång i terrängen. Enligt Stendahl *et al.* (2009) är en normalt förekommande blockkvot i skogsmark cirka 43 %, vilket överstiger utfallet i den här studien. Majoriteten av parcellerna i denna studie klassades inom intervallet 0 – 25 % blockkvot.

Harvens markpåverkan har tidigare konstaterats kunna uppgå till 45 – 65 % (Eriksson & Raunistola 1990; Kardell & Eriksson 1992; Roturier & Bergsten 2006). Medeltalet för påverkad markareal i den här studien var cirka 50 %. I den tidigare studien (von Hofsten 1989) uppgick påverkad areal till cirka 70 %. Utifrån tillverkarens påtalade fördelar med MidiFlex (skonsammare och miljövänligare harv) kan sägas faktumet att vi inte vet hur aggregatinställningen på de studerade trakterna var. Möjligtvis skulle ändrade aggregatinställningar ha kunnat minska Midiflex totala markpåverkan (jämför Arvidsson & Johansson 1979). Att planteringspunkten komprimeras av boggin kan också vara en bidragande faktor att tiltan breder ut sig och därav påverkas mer utav markytan.

Det har tidigare utförts studier som utvärderar plantornas förband (Salminen & Varmola 1993; Fries 2010; Lundqvist & Elfving 2010). För att uppnå hög arealproduktion verkar plantornas inbördes förband inte vara det viktigaste. Fokus ska snarare ligga på att hitta bästa möjliga planteringspunkt. I jämförelse mellan SCAs och Stora Ensos planteringsstandarder i denna studie gav SCAs standard fler önskvärda planteringspunkter. SCAs kortare tillåtna avståndet mellan planteringspunkterna (1,0 meter jämfört med Stora Enso Skogs minimiplantavstånd på 1,5 meter) verkar alltså medge fler möjligheter för en plantör att hitta de bästa möjliga planteringspunkterna längs ett harvspår.

4.3 Studiens styrkor och svagheter

En styrka med studien var att alla objekt markbereddes av samma entreprenör och maskin. Föraren var inte medveten om att en undersökning skulle ske när markberedningen genomfördes, därav kan inte maskinens arbetsresultat ha påverkats av studien.

Ytterligare en styrka var att det slutliga valet av trakter föranleddes av en delgiven instruktion (till de företag som tog fram trakterna) baserad på studiens syfte. Utifrån instruktionen erhöles ett brett första urval av trakter (36). Därefter kunde ytterligare ett urval göras (11 trakter), där de trakter som ansågs motsvara instruktionen och studiens syfte bäst valdes ut.

En svaghet med studien var att det slutliga urvalet av trakter erbjöd få stenar och block (låg blockkvot). För att kunna uppfylla studiens delsyfte (undersöka hinderrika marker) hade fältbesök innan uppföljningsarbetet varit önskvärt. Då hade urvalet kanske sett annorlunda ut och möjligtvis hade studien innehållit mer hinderrika marker.

4.4 Förslag till framtida studier och teknisk utveckling

En vinkel att ta sig an inom detta område skulle kunna vara att utreda markberedningens estetiska betydelse. Studien kunde då syfta att jämföra intrycket som fås av allmänheten och skogsägare efter markberedning med MidiFlexaggregat jämfört med en vanlig harv och/eller högläggare.

Ytterligare en potentiell studie skulle kunna inrikta sig på att bedöma vanliga harvars arbetsresultat på fuktiga marker. En jämförande studie skulle då kunna göras exempelvis mellan MidiFlex och vanlig harv, där markberedning med båda typer av harv utförs på samma fuktiga hyggen.

På fuktiga marker skulle troligen MidiFlex markberedningsresultat bli bättre om aggregatets funktionalitet utvecklades. Denna extra funktionalitet skulle förslagsvis vara att MidiFlex markberedningsarmar kan förflyttas i sidled. Med en knapptryckning skulle då föraren kunna välja om tiltan körs över av boggin eller ej. På fuktiga marker skulle tiltan då potentiellt kunna hamna utanför boggin och därmed undviks kompressionen av tiltan. Istället blir tiltan mer likt en hög vid högläggning (eller åtminstone en lång ås/rabatt på vilken plantorna kan planteras högt).

4.5 Slutsatser

- MidiFlex är ett markberedningsaggregat som skapar en stor andel godkända planteringspunkter på relativt hinderfria marker.
- Vid komprimering av boggin tenderar MidiFlex att skapa planteringspunkter under marknivå på fuktiga marker. Det skulle troligen därför vara en fördel på fuktiga marker om MidiFlex med en knapptryckning kunde markbereda utan att behöva köra över tiltan.
- MidiFlex markpåverkan i denna studie var i medeltal 52 – 53 %. Därmed verkar inte MidiFlex markpåverkan skilja sig nämnvärt från konventionell harv (som påverkar 45 – 65 % av hyggets areal enligt litteraturen), även om synintrycket blir bättre med MidiFlex på grund av komprimerade titor. Dock skulle möjligtvis ändrade aggregatinställningar ha kunnat minska MidiFlex totala markpåverkan.
- På grund av ett kortare minimiplantavstånd så erbjuder SCAs planteringsstandard ett bättre urval av planteringspunkter än Stora Ensos planteringsstandard.

Referenser

- Adelsköld, G. & Örlander, G. (1989). Val av planteringspunkt. 1989:08. Resultat-Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Kista.
- Alftaprodukter (2020). MidiFlex. Tillgänglig:
<http://midiflex.se/index.php?q=midiflex-en-skonsam-markberedare>
[2020-04-05].
- Arvidsson, A. & Johansson, J. (1979). Markberedning- försök med aktivt drivna harvtallrikar med olika vinkelinställningar. Skogshögskolan Garpenberg, Institutionen för Skogsteknik. Stencil nr 81 1979.
- Berg, S. (1982). Terrängtypsschema för skogsarbete. Spånga: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Berg, S., Bäcké, J. & Jonsson, C. (1981). Markberedningsförsök i Kosta och Bräcke. 1981:02. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Stockholm.
- Bäcké, J., Larsson, M., Lundmark, J.E. & Örlander, G. (1986). Ståndortsanpassad markberedning- teoretisk analys av några markberedningsprinciper. 1986:03. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Spånga.
- Eriksson, A. (2014). Markberedningsmetoder, statistik från Skogsstyrelsen In. Skogsstyrelsen.
- Eriksson, O. & Raunistola, T. (1990). Impact of soil scarification on reindeer pastures. Rangifer, Special Issue No. 3, 1990: ss. 99 – 106.
- Eriksson, Å. & Moen, J. (2008). Effekter av skogsbruk på rennäringen- En litteraturstudie. Skogsstyrelsen. Rapport nr 18.
- Fridman, J. & Stendahl, J. (2020). Fältinstruktion 2020 RIS- Riksinventeringen av skog. Institutionen för skoglig resurshållning, Umeå och Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Fries, C. (2010). Spelar det någon roll hur jämnt plantorna står? Skogsstyrelsen. SkogsEko nr 4 december 2010. s. 31.
- Frölén, D. (2019) Markberedarnas tekniska utveckling. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet. Jägmästarprogrammet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi. 2019:6.

- Hallonborg, U., von Hofsten, H., Mattsson, S., Hagberg, J., Thorsén, Å., Nyström, C. & Arvidsson, H. (1995). Maskinell plantering med Silva Nova-nuvarande status samt utvecklingsmöjligheter i jämförelse med manuell plantering. Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut. Redogörelse nr 6, 1995. SkogForsk, Uppsala.
- Hannerz, M., Lindhagen, A., Forsberg, O., Fries, C. & Rydberg, D. (2016). Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation. Skogsstyrelsen. Skogsskötselserien nr 15.
- Hansson, B. & Persson, B. (1992). Silva Nova- En jämförelse mellan maskinell och manuell skogsplantering. Examensarbete vid Skogsmästarskolan nr 1992:10.
- Kardell, L. & Eriksson, L. (1992). Contortatall och renbete. Studier inom Malå skogssamebys marker. SLU, Department of Environmental Forestry. Rapport 51.
- Krekula, B., Bergqvist, J., Fries, C., Gällerspång, J., Reisek., Ringagård, J., Sollander, E., Svensson, L. & Wågström, K. (2018). Föreskrifter för anläggning av skog –Regeringsuppdrag. Skogsstyrelsen, oktober 2018. Rapport 2018/13.
- Lundmark, J.E. (1988). Skogsmarkens ekologi- ståndortsanpassat skogsbruk, del 2- Tillämpning. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Lundmark, J.E. (2006). Val av markberedningsmetod med hänsyn till markegenskaperna. Ståndortsanpassad markberedning. Inledningsanförande vid NSFP-temadag i Tammerfors, 23 mars 2006.
- Lundqvist, L. & Elvfing, B. (2010). Influence of biomechanics and growing space on tree growth in young *Pinus sylvestris* stands. Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forestry, SLU, Umeå.
- Lundström, K., Lomander, A., & Andersson, M. (2017). Möjligheter att minska stabilitetsrisker i raviner och slänter vid skogsbruk och exploatering- Slutrapport. Skogsstyrelsen. Rapport nr 11.
- Löf, M., Dey, D., Navarro, R. & Jacobs, D. (2012). Mechanical site preparation for forest restoration. *New Forests*. Vol 43(5 – 6), ss. 825 – 848.
- Löf, M., Ersson, B.T., Hjältén, J., Nordfjell, T., Olliet, J.A. & Willoughby, I. (2015). Site preparation techniques for forest restoration. I: J.A. Stanturf, red. *Restoration of Boreal and Temperate Forests*: CRC Press. ss. 85-102.

- Magnusson, T. (2015). Skogsskötselserien nr 13- Skogsbruk- mark och vatten. Skogsstyrelsen.
- Nordlander G., Örlander G., Peterson M. & Hellqvist C. (2008). Skogsskötselåtgärder mot snytbagge. Version 1.3. Webbhandbok. Tillgänglig: http://snytbagge.slu.se/attachment/snytbaggehandbok_v1_3.pdf [2020-03-29].
- Roturier, S. & Bergsten, U. (2006). Influence of soil scarification on reindeer foraging and damage to planted *Pinus sylvestris* seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 21: 209-220.
- Salminen, H. & Varmola, M. (1993). Influence of initial spacing and planting design on the development of young Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Silva Fennica* 1993, Vol. 27 N:o 1: 21 – 28.
- SCA. (2019). Planteringsinstruktion. SCA Skog. Sundsvall.
- Skogsenckyklopedin (2000). Markberedning. Föreningen Skogen, Stockholm. Tillgänglig: <https://www.skogen.se/glossary/markberedning> [2020-03-30].
- Skogsstyrelsen. (2016). Fokus markberedning- Rätt metod för bästa resultat. Skogseko nr 2 maj 2016. ss. 26 – 27.
- Stendahl, J., Lundin, L. & Nilsson, T. (2009). The stone and boulder content of Swedish forest soils. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environment, Uppsala.
- Stora Enso. (2015). Planteringsinstruktion. Stora Enso Skog. Falun.
- Strömberg, C., Claeson, S., Thuresson, T. & Örlander, G. (2001). Föryngring av skog- metoder, åtgärder och resultat. Skogsstyrelsen. Rapport 8D2–001.
- Sutherland, B.J. & Foreman, F.F. (1995). Guide to the Use of Mechanical Site Preparation Equipment in Northwestern Ontario. Natural Resources Canada.
- Ulfheim, C. (2014). Hänsynen till forn- och kulturlämningar- Resultat från hänsynsuppföljning. Kulturmiljöer 2013. Skogsstyrelsen. Rapport nr 4.
- Wallertz, K., Björklund, N., Hjelm, K., Petersson, M. & Sundblad, L.G. (2018). Comparison of different site preparation techniques: quality of planting spots, seedling growth and pine weevil damage. Asa Forest Research Station, Swedish University of Agricultural Sciences, Lammhult.
- von Hofsten, H. (1989). Donaren 380 MIDAS- nytänkande inom markberedningen. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Resultat nr 23, 1989. Kista.

- von Hofsten, H. (1993). Donaren 380 MIDAS i grönnris. SkogForsk. Resultat nr 5, 1993. Kista.
- Örlander, G. & Gemmel, P. (1989). Markberedning. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift, 89:3.
- Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1991). Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, Umeå. Rapporter nr 33.

Bilagor

Bilaga 1

A. Påverkad bredd m	B. Påverkad längd m	S:a markpåverkan % $((A*B)/4)$

Påverkad markareal %

Mät punkt	2 m	6 m	10 m	14 m	18 m
Höjd dm					
Djup dm					

Höjd max	
Höjd medel	
Höjd min	
Djup max	
Djup medel	
Djup min	

Påverkad topografi, förändring i dm utifrån ursprunglig marknivå

Bilaga 2

Parcell	G	Y	L	M	B	T	Markfuktighet 1 = Fuktig 2 = Frisk	Stubbar	Stubbar/ha
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									

Blockkvotklass	
Antal nedstick	
Träff	
%	

Bilaga 3

Pl.pkt.	Godkänd	Ej godkänd	Nivå	Läge	Godkända pl.pkter/20 m
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					

Planteringspunkt	Definition	Marktyp
5: a	Omvänd torva med mineraljordstäckning. Centrerad planta ska omges av minst 10 cm mineraljord.	Frisk & fuktig
4: a	Omvänd torva som bara delvis är täckt av mineraljord. Plantan ska centreras i befintlig mineraljord.	Frisk & fuktig
3: a	Fläck eller harvspår som domineras av mineraljord med planteringspunkt på en hög punkt, minst 10 cm ifrån kanten på markberedningen.	Torr & frisk
	Omvänd torva utan mineraljord.	Fuktig
	Fläck eller harvspår som domineras av humus minst 10 cm ifrån kanten på markberedningen.	Humustäcke >15 cm eller torvmark

Underkända pl.punkter (kod):
A. SVACKA: Gropar och svackor (risk för drunkning)
B. LUFT: Plantering i omvänd torva eller tilta med luft under
C. EJ MB: Ej markberett p.g.a. hinder